

초음파진단 시 전파매질의 유용성

Research on the Effectiveness of Diagnostic Ultrasound Transmission Media

이혜남

원광보건대학교 방사선과

Hye-Nam Lee(hnlee@wu.ac.kr)

요약

초음파 전파 매개물은 초음파의 손실 없는 투과력을 위한 1차적인 목적 이외에 피부위에서 탐촉소자의 부드러운 이동을 위한 부가적인 목적이 있다. 본 연구는 진단용 초음파의 고분자 수화젤, 에멀전, 오일젤의 제형이 다른 초음파 전파매개물이 갖는 피부 윤활성, 피부 보습성, 건조속도 등의 초음파 매개물의 특징을 측정하여 이미 상용화 된 기성품과 비교하였다. 마찰계수는 고점도 에멀전에서 가장 높았으며 저점도 에멀전에서는 고분자 수화젤의 평균 마찰계수와 큰 차이를 보이지 않았다. 체계의 건조속도는 고분자 수화젤이 가장 높았으며 오일 함유량이 많을수록 수분증발이 나타나지 않았다. 피부수분함량에서는 저점도 에멀전이 높은 수분함량을 나타냈으며 수분함량 감소 정도가 가장 완만히 나타났다. 오일성분을 적절히 사용한 에멀전 형태의 초음파 전파매개물은 피부 보습효과, 피부 유연작용의 피부 건강측면과 피부-탐촉소자간의 피부 윤활성면에서 효과적인 제형임을 알 수 있었다.

■ **중심어** : | 초음파 | 초음파 전파 매개물 | 음향저항 | 초음파 젤 | 피부건강 |

Abstract

When diagnostic ultrasounds are used, an ultrasonic transmission media is used to effectively transmit the ultrasonic energy. Types of ingredients of polymer hydro gel, emulsion, and oil gel were compared with commercialized products by measuring characteristics of ultrasonic transmission media such as skin lubricity, skin moisturizing, and dryness speed which were contained in each different media. The mean friction coefficient measured to investigate skin lubricity showed high in the agent containing a large amount of oil, whereas the mean friction coefficient of the low viscosity emulsion did not show a significant difference with that of the polymer hydro gel. The moisture evaporation measured to investigate the dryness speed of the agent showed highest in polymer hydro gel. This showed that the larger amount of oil it had, the less moisture evaporation occurred. For skin moisture measured to investigate moisturizing characteristics of skin, low viscosity emulsion showed high in moisture content, whereas it showed slowest reduction in moisture content. As a type of emulsion appropriately containing water and oil is superior in skin moisturizing and skin tenderness, it is expected to serve as a dosage form of new ultrasonic transmission media.

■ **keyword** : | Ultrasound | Ultrasound Transmission Media | Ultrasound Gel | Acoustic Impedance | Skin Health |

* 이 논문은 2014년도 원광보건대학교 교내 연구비 지원에 의해서 수행 됨.

* 본 논문은 2014년 한서대학교 대학원 박사논문에서 수정·발췌한 것임.

접수일자 : 2014년 10월 08일

심사완료일 : 2014년 11월 14일

수정일자 : 2014년 11월 14일

교신저자 : 이혜남, e-mail : hnlee@wu.ac.kr

I. 서론

국민적, 사회적 가치관이 행복하고 안락한 삶을 추구하는 웰빙문화로 지향하게 되면서 건강에 관련된 관심이 지속적으로 증대되고 있다[1][2]. 현대 의학에 있어 진단 초음파검사는 건강검진에서 필수 불가결한 위치를 차지하고 있으며 단일 품목으로는 시장규모가 가장 큰 의료장비이기도 하다[3]. 초음파 산업은 이미 상당부분 범용화가 진행되고 있는 산업으로 기타 영상진단에 대비하여 가지고 있는 장점, 비용 대비 효율, 인체무해 등과 함께 경제성장 및 생활수준의 향상으로 인한 수요 확대에 힘입어 단순한 “진단”영역에서 벗어나 스크리닝(Screening)-예방(Prevention)-진단(Diagnosis)-치료(Treatment)-관리(Follow)로 이루어지는 일련의 의료서비스 전체영역으로 넓혀지고 있다[4-6].

초음파 전파 매개물은 초음파의 손실 없는 투과력을 위한 1차적인 목적 이외에 피부위에서 탐촉소자의 부드러운 이동을 위한 부가적인 목적이 있다[7][8]. 물성분이 높은 수용성 젤 형태의 초음파 전파 매개물은 현재 임상센터에서 일반적으로 이용되고 있는 제형이다. 실제 임상센터에서 피부 이물감을 호소하는 수검자가 있으며 이로 인하여 검사 종료 후에는 젤을 닦아내기 위한 인력 및 경제적 손실이 가중되는 실정이다. 또한 검사 중에 매개물질이 쉽게 증발 되면서 검사에 필요한 양이 많아지고, 중간에 덧발라야 하는 경우도 있다. 급격히 발전하고 있는 초음파 의료장비와 비교하여 초음파 전파매개물에 대한 전문적인 연구는 매우 미비하다. 특히 매개물의 성분형태에 관한 제형연구는 해외 문헌에서도 찾아보기 힘들다. 국내에서 초음파 매개물에 대한 연구로는 물리치료에서 안티프라민 등 약리효과가 있는 초음파 매질들에 대한 연구와[9], 용접결함 검사시에 사용하는 전파매질에 대한 공학적 연구[10], 음파영동에 의한 Lidocaine젤의 피부투과 촉진효과 연구[11]등이 있다.

이에 본 연구에서는 초음파 전파매질에 대하여 수분증발력 및 수분보유력, 마찰력 같은 초음파 전파매질의 특성을 조사하였으며 성분형태별로 체계적으로 분류하여 제시하였다. 건강하고 쾌적한 웰빙 초음파 검사문화

를 위한 새로운 초음파 전파매개물의 기초 자료로 활용되고자 한다.

II. 연구 대상 및 연구 방법

1. 연구대상

현재 임상에서 사용하고 있는 고분자 수화젤 형태의 E젤(세니피아, 한국)과 EKG 검사용 saline S젤(파커, 미국)을 각각 #1, #2로 명하였다. 일반적 구성비에 따라 제조된 고분자 수화젤 제제를 #3으로 명하고, #3을 기준으로 점증제 비율이 높은 수화젤을 #4, 보습제 비율이 높은 수화젤을 #5로 명하였다. O/W 에멀전 제제에서 물보다 오일함량이 낮은 저점도 에멀전을 #6, 물보다 오일함량이 많은 크림타입의 고점도 에멀전을 #7로 명하였다. 물성분이 없는 오일젤 제제는 #8로 명하였다.

2. 연구방법

2.1 마찰계수 측정

마찰계수 측정방법으로 Friction Meter(JAC Montrol, Korea)를 이용하여 제제 약 0.4g을 가로 2.7cm, 세로 12cm의 인조가죽 위에 도포하고 기기 위에 장착하였다. 그 위에 추를 얹고 50mm를 수평으로 이동시키면서 그때 걸리는 저항값을 측정하였다. 이 때 이동 속도는 25 cm/min으로 하였으며, 각각의 제제에 대하여 3회를 측정 후, 평균값을 마찰계수 MIU(Mean Coefficient of Friction)로 정하였다[Fig. 1].

2.2 수분증발에 따른 증발속도 측정

수분증발량 측정방법으로 Sartorius MA 100(Sartorius, Germany)을 이용하였다. 지름 10cm의 알루미늄 접시에 제제 0.2g을 고르게 도포한 후 40℃에서 방치하여 수분증발에 따른 무게변화를 2분 간격으로 20분 동안 측정하였다. 같은 조건에서 3회 측정하여, 평균값을 증발속도로 정하였다[Fig. 2].



Fig. 1. Friction Coefficient tester



Fig. 2. Sartorius MA 100 moisture analyzer

2.3 피부 수분함량 측정

각 제제의 보습특성을 측정하기 위하여 피부수분함량 측정장치인 Corneometer CM 820(Courage - Khazake, Koln, Germany)을 이용하였다. 건강한 성인 남·여 3명을 대상으로 항온항습실(23℃, 상대습도 50%)에서 30분 이상 안정을 취하게 한 후, 피시험자의 하박부(Ventral Forearm)에 일정영역을 표시하여 제제를 도포하기 전과 도포 후의 시간에 따른 수분량을 측정하였다[Fig. 3].



Fig. 3. Corneometer skin hydration level analyzer

2.4 통계분석

측정된 자료는 IBM SPSS Statistics WIN(ver 22.0) 통계프로그램을 이용하여 이원배치분산분석(Two-way ANOVA)을 실시하였다. 제제의 형태와 시간을 독립변수로 선정하여 증속변수인 수분증발속도와 피부의 수분 보유능에 대한 영향이 통계적으로 의미가 있는지 알아보았다. 사후 검증으로 Duncan's multiple comparison test를 이용하였고, 통계량의 유의 수준은 $p < 0.05$ 이하로 하였다.

III. 결과

1. 마찰계수

제형이 다른 초음파 전파매개물에 대하여 유효성을 비교하기 위하여 마찰계수를 측정해 본 결과, 8종류의 제형에서 각각 3회의 마찰계수 측정값은 모두 동일하였다. E젤 #1의 마찰계수는 8.1로 나타났고, 저점도 에멀전 #6은 8.4, 점도가 높은 크림타입 에멀전 #7은 15.8로 가장 높게 나타났다. 자체 제조한 3가지 타입의 고분자 수화젤의 평균 마찰계수는 약 8.1로 기성품 E젤과 유사하였다. 오일젤 #8의 마찰계수는 10.3으로 나타났고 EKG saline S젤 #2의 마찰계수는 11.2로 나타났다 [Fig. 4].

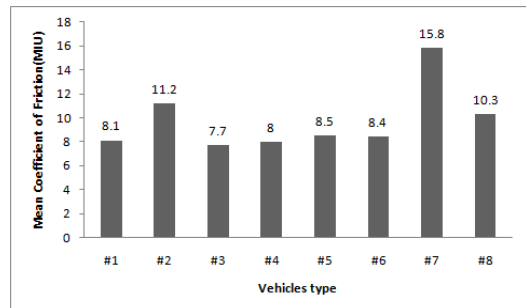


Fig. 4. Mean friction coefficient of each media

2. 제제의 증발량에 따른 증발속도

제형이 다른 초음파 전파매개물에 대하여 사용 시 수분증발에 따른 물성변화 정도를 알아보기 위하여 건조

속도를 측정해 본 결과, 8종류의 제형에서 형태와 시간에 따른 수분증발속도는 통계적으로 유의한영향이 있었다($p < 0.001$). 수화젤 제제는 다른 형태의 제제에 대하여 수분의 증발속도가 빠르게 나타났다. 기성품 E젤 #1의 수분증발속도가 가장 빠르게 나타났고, 보습성분이 높은 #5 제제는 수화젤 중 수분증발이 가장 느리게 나타났다. 에멀전 제제는 전반적으로 수화젤보다 수분증발이 늦었고 오일젤 #8은 건조에 따른 손실이 거의 없는 것으로 나타났다. EKG saline 젤 #2, 보습제가 다량 함유된 고분자 수화젤 #5, 저점도 에멀전 #6은 유사한 정도의 낮은 건조 감량 속도를 보였다. 오일 함유량이 많은 크림타입의 고점도 에멀전 #7은 수분증발속도가 현저히 낮았다[Table 1][Fig. 5].

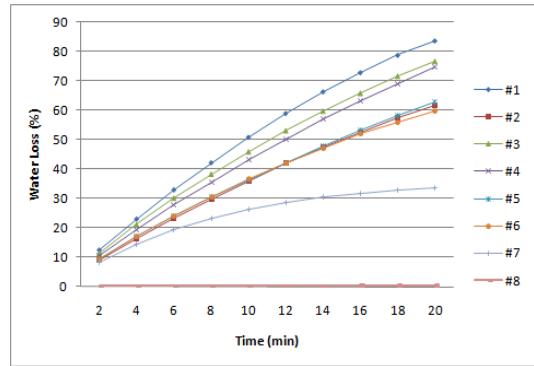


Fig. 5. Water evaporation rates of each media

Table 1. Water evaporation rate of each media

Unit: min, Mean(± SD)

time	Formulation Type								P*
	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	
2	12.37 (2.07)	8.86 (0.56)	11.50 (2.20)	10.53 (1.65)	9.23 (2.32)	9.58 (0.03)	8.29 (0.88)	0.24 (0.09)	<0.001
4	22.95 (3.93)	16.47 (1.02)	21.23 (3.85)	19.33 (3.03)	16.93 (4.15)	17.13 (0.08)	14.34 (1.37)	0.22 (0.10)	
6	32.86 (5.57)	23.39 (1.47)	30.20 (5.34)	27.73 (4.71)	23.96 (.78)	24.04 (0.09)	19.41 (1.55)	0.24 (0.12)	
8	42.11 (6.87)	29.87 (1.75)	38.34 (6.62)	35.59 (5.93)	30.48 (7.28)	30.49 (0.17)	23.40 (1.50)	0.23 (0.13)	
10	50.79 (7.95)	35.95 (1.85)	45.84 (7.47)	43.02 (6.88)	36.45 (8.47)	36.57 (0.54)	26.38 (1.22)	0.26 (0.18)	
12	58.91 (8.85)	41.85 (1.60)	53.01 (7.83)	50.13 (7.57)	42.04 (9.33)	42.16 (1.04)	28.70 (0.69)	0.26 (0.17)	
14	66.27 (9.26)	47.30 (1.32)	59.62 (7.81)	56.91 (7.72)	47.61 (10.19)	47.22 (1.61)	30.35 (0.33)	0.31 (0.24)	
16	72.79 (9.35)	52.41 (0.93)	65.69 (7.63)	63.12 (7.88)	53.06 (10.84)	51.89 (1.99)	31.77 (0.32)	0.32 (0.19)	
18	78.72 (9.25)	57.37 (0.32)	71.47 (7.38)	69.02 (7.73)	58.19 (11.34)	56.00 (2.31)	32.82 (0.22)	0.39 (0.26)	
20	83.62 (8.72)	61.80 (0.16)	76.48 (7.16)	74.56 (7.32)	62.95 (11.45)	59.55 (2.45)	33.48 (0.21)	0.39 (0.26)	

*by Two-way ANOVA test at $\alpha = 0.05$

#1:E젤 #2:S젤 #3, #4, #5:수화젤 #6,#7:에멀전 #8:오일젤

Table 2. Changes of skin moisture content after application of each media

Unit: min, Mean(± SD)

time	Formulation Type									p*
	control	#1	#2	#3	#4	#5	#6	#7	#8	
0	47.57 (2.12)	44.40 (2.26)	40.80 (2.31)	36.43 (1.93)	32.87 (4.86)	35.27 (1.45)	40.93 (0.93)	42.73 (4.83)	33.50 (2.78)	
5	45.40 (1.78)	69.33 (1.80)	83.00 (5.17)	86.00 (2.79)	74.97 (3.15)	65.23 (2.72)	77.77 (7.46)	44.33 (5.20)	20.90 (6.94)	
15	52.33 (2.04)	56.00 (3.12)	53.30 (3.80)	74.20 (4.28)	65.40 (1.99)	63.87 (8.80)	72.40 (8.06)	46.43 (5.78)	26.50 (5.35)	<0.001
30	55.47 (3.01)	53.60 (4.11)	44.53 (3.46)	69.43 (4.65)	62.73 (0.83)	62.00 (3.46)	55.97 (6.10)	40.87 (6.31)	31.57 (9.17)	
60	55.07 (2.66)	57.86 (0.92)	40.70 (1.82)	65.83 (3.24)	61.67 (4.53)	63.13 (6.65)	60.53 (9.94)	46.17 (9.25)	52.17 (3.44)	

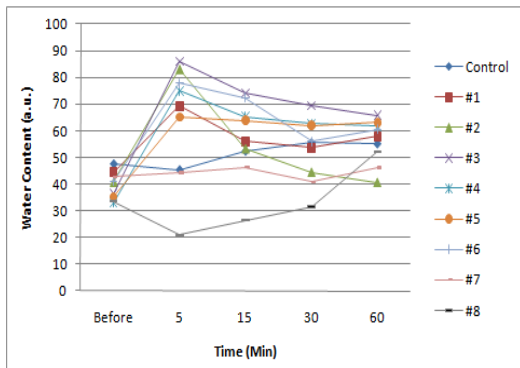


Fig. 6. Changes of skin moisture content after application each mediun

3. 피부 수분함량

제형이 다른 초음파 진파매개물에 대하여 피부도포 후 피부 수분함량의 변화를 측정해 본 결과, 8종류의 제형에서 형태와 시간에 따른 피부 수분함량은 통계적으로 유의한 영향이 있는 것으로 나타났다($p < 0.001$). 저점도 에멀전 #7과 수화젤 제제는 모두 도포 5분 후에서 수분함량이 최고에 달했으며, 이후 감소하는 경향을 보였다. 수화젤 #3은 8종류의 제제중 검사가 종료될 때까지 가장 높은 수분함량을 나타냈으며, EKG saline 젤 #2은 5분 후 최대치였던 수분함량이 가장 급격히 떨어지는 특성을 보였다.

저점도 에멀전 #6은 도포 15분 후 수분함량이 수화젤 #3과 유사한 정도의 높은 수분함량을 나타냈으며 또한 수분함량 감소정도가 가장 완만히 나타났다. 오일 함유량이 높은 고점도 에멀전 #7과 오일젤 #8은 도포 직후에 도포이전 보다도 피부 수분함량이 비이상적으로 낮았다가 시간이 지나면서 서서히 증가하는 것으로 나타났다[Table 2][Fig. 6].

IV. 고찰

초음파 검진 시에는 초음파변환기에서 발생된 초음파를 검사조직 내로 손실 없이 전달시키고 피부위에서 탐촉자의 부드러운 움직임을 위하여 초음파 진파 매개물을 사용한다. 따라서 피부에서의 윤희성이 좋아야 하며 검사의 편의성을 위하여 검사가 끝날 때 까지 증발되지 않고 남아있어 최소의 양으로 검사를 마칠 수 있어야 한다. 더불어 피부 보습 등 피부 건강에도 이바지하면 좋을 것이다.

물체가 다른 물체의 표면에 접하여 움직이려고 할 때나 움직이고 있을 때 그 운동을 저지하려는 힘을 마찰력이라 하며 마찰계수의 크기로 나타낼 수 있다[12]. 윤희(lubrication)이란 두 고체가 접촉하면서 미끄러질 때 마찰을 줄여주는 것으로 정의되며 윤희성은 일반적으로

로 마찰력이 작고 액성지수가 큰 유변학적 특성이 있는 제제에서 우수하다. 물성분이 전혀 없는 오일젤의 마찰계수가 수화젤보다 높았으며 크림타입의 고점도 에멀전에서 마찰계수가 월등히 높아 점도에 따라 마찰력이 증가됨을 보여주었다[13]. 한편, 실제 초음파검사에서는 휘저으면서 섞거나 하면 점성도가 감소하여 유동성이 되는 성질인 요변성(Thixotropy)이 체온, 염분 등의 피부환경과 탐촉소자의 열발생에 의해서 더욱 증가하므로 실제 초음파 전파매개물의 유효성은 기대이상으로 효과적일 수 있다.

고분자 수화젤은 제제의 증발속도와 피부 보습량에서 높은 결과를 나타내었다. 반고체 상태의 젤은 일반적으로 다량의 액체를 함유하고 있는데도 어떤 형태를 유지할 수 있는 특징을 가지며, 특히 망상구조의 고분자 수화젤은 많은 양의 물을 함유할 수 있다[14]. 수분이 높으므로 피부의 보습면에서 우수하나 시간이 지나면서 쉽게 증발할 수 있어 본 연구의 결과와도 부합된다. 초음파 진단 시 사용되는 초음파 전파매개물은 검사가 종료될 때까지 최소의 양을 사용하여 증발에 따른 제투입의 불편이 없어야 한다. 미용계에서 피부의 유·수분 균형을 조절하고 유지시키는 역할을 하는 제품을 영양화장수라 하며 흔히 에멀전형태를 지닌다[15][16]. 물과 오일이 적절히 함유된 에멀전은 피부위에 얇은 피막을 형성하여 피부 내에 존재하는 수분을 보호하고 피부를 부드럽게 하는 오일의 특성을 잘 이용한 것이다[17]. 검사시간이 상대적으로 오래 소요되는 산과 초음파나 소형동물의 초음파 검사 시 제제의 증발이 거의 없는 오일성분을 함유한 에멀전 제제의 유용성이 대두된다. 오일 함유량이 높은 고점도 에멀전과 오일젤은 도포 직후에 도포이전 보다도 피부수분함량이 낮아진 이상현상을 보였으나 이는 전기전도성을 이용하는 측정기기의 작동 원리에 의해 오일에 의한 피막현상으로 센서가 접촉방해를 받아 나타난 결과로 추정된다.

본 연구의 제한점으로 피부 수분함량 측정 실험방법에 있어서 피시험자의 하박부에 각 영역을 표시하여 측정하였으므로 각 제제가 도포되는 영역이 동일하지 않다는 것이다. 새로운 초음파 매개물은 초음파 투과성, 감약성 등의 초음파 특성과 경제성 등이 적합하게 갖추

어져야 하므로 이에 대한 추가적인 연구가 필요할 것이다.

V. 결론

본 연구는 진단용 초음파의 탐촉자와 피부간의 초음파 전파 매개물로서 제형이 다른 다양한 초음파 전파매질에 대하여 피부 유효성, 피부 보습성, 제제 건조속도 같은 초음파 전파매질의 특성을 측정하였다. 피부 유효성을 알아보기 위하여 측정된 마찰계수는 고점도 에멀전에서 가장 높았으며 제제의 건조속도를 알아보기 위하여 측정된 수분증발량은 고분자 수화젤이 가장 높았다. 피부의 보습특성을 알아보기 위하여 측정된 피부수분함량 측정에서는 저점도 에멀전이 높은 수분함량을 나타냈으며 수분함량 감소 정도가 가장 완만히 나타났다. 물과 오일이 적절히 함유된 에멀전 형태의 초음파 전파매개물은 피부 보습효과 및 피부 유연작용의 피부 건강측면과 피부-탐촉소자간의 피부 유효성면에서 효과적인 제형임을 알 수 있었다.

참고 문헌

- [1] 박성원, "애니메이션에 반영된 소비욕망", 한국콘텐츠학회논문지, Vol.6, No.11, pp.154-160, 2006(11).
- [2] R&D Kiosk 국가연구개발사업정보길잡이, 국가기술지도, Vol.2, 2013.
- [3] 테이코편집부, *차세대 의료기기 시장 개발동향과 사업전망*, 테이코, 2014.
- [4] 송병기, "의료기기 산업의 현주소-의료용 초음파기기 기술동향", *medical observer*, 2014.
- [5] 김용태, "의료용 초음파 기술과 표준화", *표준과 표준화 연구*, Vol.1, No.2, pp.70-81, 2011.
- [6] Bioeffects Committee of AIUM, "AIUM Consensus Report on Potential Bioeffects of Diagnostic Ultrasound Executive Summary," *J. Ultrasound Med*, Vol.27, pp.503-515, 2008.
- [7] S. J. Shin, "Principle and Comprehension of Ultrasound Imaging," *J Korean Orthop Assoc*,

- Vol.48, p.325, 2013.
- [8] S. G. mesohoryanakis, "A study on multiphase composites for acoustic inhomogeneous impedance matching layers," J. Bulgarian Physics, Vol.26, No.1/2, pp.53-64, 1999.
- [9] 강군용, "초음파 투과성 매질들의 여러 특성에 관한 연구", 대한물리치료사학회지, Vol.9, No.4, pp.185-192, 2002.
- [10] 정달우, "용접결합 검사용 수침식초음파탐상기의 매질 개선 연구", 한국자동차공학회논문집, Vol.16, No.5, pp.8-14, 2008.
- [11] 정대인, "지주파수 초음파를 이용한 Lidocaine 젤의 피부투과 촉진 효과, 화학공학회지, Vol.46, No.2, pp.217-221, 2008.
- [12] 기계용어편찬회, *도해 기계용어사전*, 일진사, 1990.
- [13] 고흥중, 권오봉, 김용직, *쉽게 배우는 유체역학*, 홍릉과학출판사, 2010.
- [14] J. Kopecek, "Hydrogels as smart biomaterials," Polymer International, Vol.56, No.9, pp.1078-1098, 2007.
- [15] 김운하, "유화제의 구조에 따른 W/O 에멀전의 특성 및 안정도에 관한 연구", 대한화장품학회지, Vol.38, No.2, pp.119-131, 2012.
- [16] 김주덕, *신 화장품학*, 동화기술교역, 2006.
- [17] 이근광, *화장품 성분과학*, 현문사, 2004.

저 자 소 개

이 혜 남(Hye-Nam Lee)

정회원



- 2011년 2월 : 한서대학교 대학원 방사선학과(방사선학석사)
- 2014년 2월 : 한서대학교 대학원 보건의료학과(보건학 박사)
- 2012년 3월 ~ 현재 : 원광보건대학교 방사선과 교수

<관심분야> : 보건의료, 초음파검사, 방사선과학